



Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO ECONÓMICO DE UM PROTOCOLO DE
VACINAÇÃO PARA MASTITES**

Ana Luísa Mexia Leitão Gomes Teixeira

Orientadora:
Professora Doutora Ana Rita Jordão Bentes Cabrita

Co-Orientadoras:
Dra. Joana Filipa Vilas Boas Correia
Dra. Abigail Barbosa

Porto 2018

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO ECONÓMICO DE UM PROTOCOLO DE
VACINAÇÃO PARA MASTITES**

Ana Luísa Mexia Leitão Gomes Teixeira

Orientadora:

Professora Doutora Ana Rita Jordão Bentes Cabrita

Co-Orientadoras:

Dra. Joana Filipa Vilas Boas Correia

Dra. Abigail Barbosa

Porto 2018

Resumo

O estágio curricular foi realizado na área da qualidade do leite, dividindo-se por 11 semanas na Cooperativa Agrícola de Vila do Conde (CAVC) e cinco semanas no Laboratório Segalab. No primeiro local acompanharam-se maioritariamente as atividades do Departamento de Qualidade do Leite, participando em provas de estábulo e realizando atividades de laboratório, nomeadamente: inoculação de amostras, identificação de agentes microbiológicos, pesquisa de resíduos de antibióticos e aconselhamento aos produtores. Secundariamente, acompanharam-se os serviços de reprodução e clínica ambulatória. No segundo local acompanharam-se, principalmente, as atividades do laboratório de microbiologia clínica, incluindo, igualmente, a inoculação de amostras, identificação de agentes e pesquisa de resíduos de antibióticos, tendo havido, também, a oportunidade de acompanhar provas de estábulo.

O trabalho escrito teve como objetivo avaliar o impacto económico de um protocolo de vacinação para mastites bovinas em duas explorações de bovinos de leite. Definiram-se períodos de estudo anteriores e posteriores ao início da vacinação e compararam-se os custos das mastites nos dois períodos, incluindo os custos com os tratamentos, o leite rejeitado, o programa de qualidade do leite e a diminuição da produção e as penalizações ao preço do leite devidas ao aumento da contagem de células somáticas. Avaliou-se, também, os custos com a vacinação e a sua influência na contagem de células somáticas no tanque e nos agentes presentes na exploração. Construiu-se um orçamento parcial em que as estimativas se basearam em dados recolhidos de inquéritos junto dos produtores, dos contrastes leiteiros e da base de dados da CAVC. De acordo com os resultados, constataram-se efeitos positivos no custo das mastites em ambas as explorações, pelo que se concluiu que houve um impacto económico positivo nos dois casos, pois os custos associados à vacinação foram inferiores aos benefícios resultantes. Não obstante, os efeitos não deverão ser generalizados sem antes aprofundar o estudo, incluindo um maior número de explorações, considerando mais parâmetros de análise e alargando o período total de estudo.

Palavras-chave: custos, impacto económico, mastites bovinas, vacinação.

Abstract

The curricular internship was developed in Milk Quality for eleven weeks in Cooperativa Agrícola de Vila do Conde (CAVC) and for another five weeks in Laboratório Segalab. In the first company, the main activities included participating in stable tests at farms and inoculating samples, identifying agents and researching for antibiotic residues in the laboratory of the Milk Quality Department. During this course of time I also accompanied a field senior veterinary in clinical and fertility consultations. In the second company, the activities included assisting in the laboratory - inoculating samples, identifying agents and researching for antibiotic residues - and participating in some stable tests as well.

The written report focused on evaluating the economic impact of a vaccination protocol for bovine mastitis in two dairy herds. The report included two periods of study, one prior and the other after starting the vaccination and compared the costs of mastitis in each period, as well as the costs of the vaccination itself and its influence in the bulk tank milk somatic cell count and the type of agents isolated in samples of the herds. Treatments, discarded milk, milk quality programs costs, yield losses and payment penalties were studied to evaluate the costs of mastitis. The data was collected thanks to inquiries to the farmers, milk monthly analysis and CAVC. It was concluded that the vaccination protocol had positive economic impacts in both farms during the period of study, since the benefits outweighed the costs of the vaccination protocol. Even so, the results shouldn't be generalized without further studies, including a higher number of dairy herds, a larger amount of months and more data parameters to analyse.

Keywords: bovine mastitis, costs, economic impact, vaccination.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, à Cooperativa Agrícola de Vila do Conde e à Segalab por me terem aceite como estagiária. À equipa da Cooperativa Agrícola de Vila do Conde, em especial à Dra. Joana Correia e à Dra. Isabel Santos, por todo o apoio durante os cinco meses de estágio e na realização do relatório. À equipa da Segalab, por fazerem cinco semanas valer a pena. Aos produtores de leite, Senhor Manuel Santos e Senhor Carlos Neves, pela prontidão em permitirem o desenvolvimento do trabalho.

À Professora Rita, por toda a ajuda ao longo destes meses, bem como na realização do relatório. Ao Professor Pablo, por me ter dado coragem para seguir um rumo diferente dos outros. Ao Professor Niza Ribeiro, por incentivar o interesse nesta área já anteriormente à Quinta da Aveleda.

Às minhas amigas de sempre e para sempre, não esquecendo nunca que as “6” foram, sem dúvida, a melhor parte de todo o curso.

E o maior agradecimento de todos à minha mãe, à minha irmã, à Francisca e ao Henrique, não há palavras que cheguem para toda a paciência, todo o apoio e, sobretudo, por toda a força de vontade que me tentaram inculcar ao longo dos anos.

Muito obrigada!

Lista de abreviaturas

<: menor

>: maior

®: produto registado

A180: Advocin 180

CAVC: Cooperativa Agrícola de Vila do Conde

CCS: contagem de células somáticas

CN: cultura negativa

DIM: dias em lactação

EPM: erro padrão da média

kg: quilograma

ml: mililitro

NMC: National Mastitis Council

OCDE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OP: orçamento parcial

P1: período anterior à vacinação

P2: período posterior à vacinação

PM: Penicilina Mista

SCN: *Staphylococcus* coagulase negativo

spp.: espécies

Lista de figuras e quadros

Figura 1: Modelo simples de um sistema de produção animal.	2
Quadro 1: Exemplo de dados que podem ser recolhidos a nível do animal, do efetivo e da exploração.	3
Quadro 2: Elementos básicos de um orçamento parcial.	4
Quadro 3: Efeito da vacinação no custo médio do tratamento de cada caso de mastite na exploração A.	15
Quadro 4 : Custo total dos tratamentos nos períodos 1 e 2 na exploração A.	15
Quadro 5: Efeito da vacinação no custo médio do tratamento de cada caso de mastite na exploração B.	16
Quadro 6: Custo total dos tratamentos nos períodos 1 e 2 na exploração B.	16
Quadro 7: Custo total do leite rejeitado nos períodos 1 e 2 na exploração A.	16
Quadro 8: Custo total do leite rejeitado nos períodos 1 e 2 na exploração B.	17
Quadro 9: Custo total das perdas de produção associadas ao aumento das da contagem de células somáticas nos períodos 1 e 2 na exploração A.	18
Quadro 10: Custo total das perdas de produção associadas ao aumento das da contagem de células somáticas nos períodos 1 e 2 na exploração B.	18
Quadro 11: Total das penalizações no pagamento do leite devido à contagem de células somáticas do tanque nos períodos 1 e 2 na exploração A.	19
Quadro 12: Total das penalizações no pagamento do leite devido à contagem de células somáticas do tanque nos períodos 1 e 2 na exploração B.	19
Quadro 13: Efeitos da vacinação e da fase de lactação na contagem de células somáticas no tanque do leite na exploração A.	20
Quadro 14: Percentagens mensais de animais com contagens de células somáticas superiores a 200 mil células/ml ao longo dos períodos 1 e 2 na exploração A.	20
Quadro 15: Efeitos da vacinação e da fase de lactação na contagem de células somáticas no tanque do leite na exploração B.	20
Quadro 16: Percentagens mensais de animais com contagens de células somáticas superiores a 200 mil células/ml ao longo dos períodos 1 e 2 na exploração B.	21
Quadro 17: Resultados microbiológicos das 19 amostras de leite processadas durante o período 1 na exploração A.	21
Quadro 18: Resultados microbiológicos das 3 amostras de leite processadas durante o período 2 na exploração A.	22
Quadro 19: Resultados microbiológicos das 50 amostras de leite processadas durante o período 1 na exploração B.	22

Quadro 20: Resultados microbiológicos das 43 amostras de leite processadas durante o período 2 na exploração B.	23
Quadro 21: Novos agentes isolados no período 2 na exploração B.	23
Quadro 22: Orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração A.	24
Quadro 23: Resumo da hipótese alternativa nº1 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração A.	24
Quadro 24: Resumo da hipótese alternativa nº2 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração A.	24
Quadro 25: Orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração B.	25
Quadro 26: Resumo da hipótese alternativa nº1 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração B.	25
Quadro 27: Resumo da hipótese alternativa nº2 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração B.	25
Quadro 1.A: Perda de produção de leite diária estimada para diferentes níveis de CCS.....	31
Quadro 2.A: Descrição detalhada dos tratamentos para mastites na exploração A.	32
Quadro 3.A: Descrição detalhada dos tratamentos para mastites na exploração B.	34
Quadro 4.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A com o leite pago ao preço mais alto (0,3446€).	35
Quadro 5.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A com o leite pago ao preço mais baixo (0,2795€).	35
Quadro 6.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A, assumindo metade das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).	36
Quadro 7.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A, assumindo o dobro das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).	36
Quadro 8.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B com o leite pago ao preço mais alto (0,3263€).	37
Quadro 9.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B com o leite pago ao preço mais baixo (0,2823€).	37
Quadro 10.A: : Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B, assumindo metade das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).	38

Quadro 11.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B, assumindo o dobro das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).	38
--	----

Índice

Resumo	iii
Abstract	iv
Agradecimentos.....	v
Lista de abreviaturas	vi
Lista de figuras e quadros	vii
Índice	x
1. Introdução.....	1
1.1 Economia da Saúde e Produção Animal	1
1.1.1 Definições e enquadramento	1
1.1.2 Ferramentas e modelos	3
1.2 Mastite	5
1.2.1 Classificação e etiologia	5
1.2.2 Impacto económico.....	7
2. Trabalho desenvolvido.....	10
2.1 Objetivos.....	10
2.2 Material e métodos	10
2.2.1 Explorações	10
2.2.2 Protocolo de vacinação	11
2.2.3 Estudo do impacto económico.....	11
2.2.4 Agentes isolados nas explorações	13
2.2.5 Orçamento Parcial	13
2.2.6 Análise estatística	14
2.3 Resultados/ Discussão	15
2.3.1 Cálculo do impacto económico.....	15
2.3.2 Influência da vacinação na contagem de células somáticas	20
2.3.3 Agentes isolados nas explorações	21
2.3.4 Orçamento parcial	23
Considerações finais	26
Bibliografia	28
Anexo I: Valores assumidos para as estimativas de perda de produção por aumento da contagem de células somáticas	31
Anexo II: Tratamentos da exploração A	32
Anexo III: Tratamentos da exploração B	34
Anexo IV: Análise de sensibilidade para o orçamento parcial da exploração A.....	35
Anexo V: Análise de sensibilidade para o orçamento parcial da exploração B.....	37

1. Introdução

A mastite é a doença economicamente mais importante nas explorações de bovinos de leite (Down *et al.* 2017; Bar *et al.* 2008; Halasa *et al.* 2007; DeGraves & Fetrow, 1993) e muito dificilmente será totalmente erradicada, constituindo sempre um custo para os produtores (van Soest *et al.* 2016; Wolfová *et al.* 2006; DeGraves & Fetrow, 1993). Torna-se, assim, imprescindível fazer análises económicas neste contexto, seja para avaliar o seu impacto, seja para fundamentar as decisões a tomar a diversos níveis, como tratamentos ou medidas de prevenção.

1.1 Economia da Saúde e Produção Animal

1.1.1 Definições e enquadramento

A economia pode ser definida como o estudo da tomada de decisões racionais na alocação de recursos escassos para alcançar objetivos competitivos (Rushton, 2009). Para tomar as decisões acerca de como distribuir os recursos, impõem-se sacrifícios que vão originar custos de oportunidade – visto que, após a decisão, sacrificam-se as alternativas – e estas decisões são racionais se comparado o custo da decisão com o benefício originado – a decisão racional é a que gera o maior benefício em relação ao custo, considerando só custos totais e benefícios totais (Rushton, 2009). Para construir uma aproximação económica ao sistema em estudo, é importante compreender a distribuição dos recursos no sistema de interesse, determinar se é a ideal e se será ou não vantajoso fazer uma nova alocação dos recursos (Rushton, 2017).

A economia da produção animal é uma área de estudo complexa devido à rede de relações que se forma entre os vários sistemas envolvidos: políticas governamentais, mercados, explorações agrícolas e doenças animais (Rushton, 2009). Nesta área de estudo procura-se quantificar os efeitos económicos da doença animal, desenvolver métodos para fundamentar a tomada de decisões e determinar os custos e benefícios associados às medidas de controlo e prevenção das patologias (Dijkhuizen *et al.* 1995).

Para compreender contextos económicos em produção animal, torna-se importante, desde logo, a distinção entre determinados termos, como produção e produtividade, despesas e perdas. Produção é o nível geral de *outputs* ou saídas e produtividade é a eficiência da conversão de *inputs* em *outputs* (Rushton *et al.* 1999). Perdas são os custos associados a um animal afetado pela doença, clínica ou subclínica, e despesas são os *inputs* extra para limitar as perdas, seja pela redução do impacto do evento (tratamento) ou pela sua prevenção (van Soest *et al.* 2016; Hagnestam-Nielsen, 2009).

Os animais de produção são meios de transformação de *inputs* ou recursos, como alimento, trabalho ou fármacos, em *outputs* ou saídas, como o leite, a carne, a força de tração, adubo, lã ou mesmo outros animais (Figura 1). As patologias vão alterar o desempenho dos animais neste processo e podem levar à necessidade de uso de maior quantidade de recursos para obter as mesmas saídas ou levar à produção de menos saídas (Dijkhuizen *et al.* 1995). Consequentemente, o valor e o futuro dos animais são afetados (Liang *et al.* 2017).

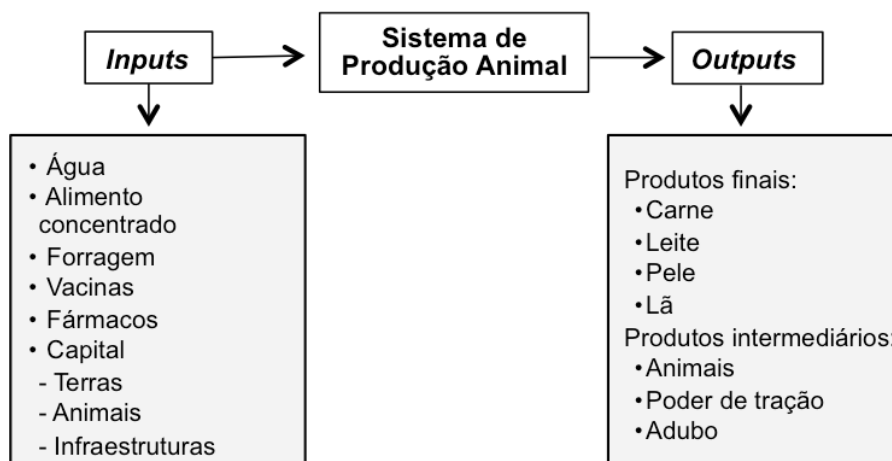


Figura 1: Modelo simples de um sistema de produção animal.
Adaptado de: Rushton *et al.* (1999)

Como meios de transformação, interessa que os animais de produção originem os *outputs* da maneira mais eficiente (Rushton *et al.* 1999). Nos países pertencentes à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) verifica-se a tendência para a redução do número de explorações e o aumento do efetivo, de forma a aumentar a produtividade do trabalho e a reduzir os gastos unitários de produção (Rushton, 2017).

Relativamente à avaliação do impacto económico de uma doença, ou do seu controlo, é fundamental para um produtor tomar decisões adequadas e fundamentadas. Utilizando o caso das mastites bovinas como exemplo, devido ao seu elevado impacto económico nas explorações de leite, o seu controlo e prevenção pode ser feito a diferentes níveis – quartos, animal, efetivo ou nacional – e com diferentes medidas – tratar ou não tratar, refugar, introduzir novas medidas de prevenção (Hagnestam-Nielsen, 2009; Halasa *et al.* 2007). Contudo, quaisquer medidas são associadas a custos extra e as margens de lucro são reduzidas, pelo que se torna fulcral fazer a comparação entre os custos com a sua implementação e as perdas causadas pela patologia (Hagnestam-Nielsen *et al.* 2009; Bar *et al.* 2008).

1.1.2 Ferramentas e modelos

Para proceder a uma avaliação económica é necessário selecionar uma abordagem e um método de análise apropriados. Existem diversos modelos disponíveis cujas principais diferenças residem na sua complexidade, nas capacidades analíticas requeridas para a sua aplicação e pelos requisitos dos dados apropriados para cada um (Rushton *et al.* 1999). A escolha é condicionada por fatores como a natureza do problema, recursos e dados disponíveis (Dijkhuizen *et al.* 1995). Os modelos podem prever parâmetros para um sistema de produção, mas não deixam de ser simplificações dos próprios sistemas e apresentam sempre limitações na sua representação (Rushton, 2009; Bar *et al.* 2008). Definir qual o modelo mais apropriado para cada estudo implica balancear as suas vantagens com as suas desvantagens (Cha *et al.* 2011).

Independentemente do modelo utilizado, para que os estudos sejam fidedignos, é crítico assegurar que os dados são apropriados e de qualidade, dependendo os seus requisitos do tipo de método de análise (Rushton *et al.* 1999). A recolha de dados pode ser feita a nível do animal, do efetivo ou da exploração, como se sugere no Quadro 1.

Quadro 1: Exemplo de dados que podem ser recolhidos a nível do animal, do efetivo e da exploração.
Adaptado de: Rushton (2009)

Animal	Efetivo	Exploração
<ul style="list-style-type: none">• Idade• Produção de leite• Ganho ou perda de peso• Índices de fertilidade• Ingestão alimentar• Patologias• Administração de fármacos	<ul style="list-style-type: none">• Número de animais• Idade dos animais• Estrutura do efetivo• <i>Inputs</i> do efetivo	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidade de trabalho• Competição por recursos• Uso dos produtos do efetivo por outras atividades• Conhecimento do manejo do efetivo

Adicionalmente, as estimativas mais fidedignas devem basear-se na própria exploração ou efetivo em estudo, para serem apropriadas às suas condições locais, regionais, epidemiológicas, de manejo e económicas (Petrovski *et al.* 2006).

Existem diversos métodos para a realização da análise económica da doença animal, no entanto, destacam-se para a área em questão os orçamentos parciais e os modelos matemáticos de simulação.

1.1.2.1 Orçamento Parcial

Os orçamentos parciais (OP) constituem uma forma simples de análise orçamental e avaliam o efeito de alterações pequenas num sistema já existente (Rushton *et al.* 1999). Nos

OP omparam-se os custos e benefícios de uma alteração proposta para avaliar se é justificável a sua adoção. É uma análise marginal, avalia apenas o aumento ou diminuição dos rendimentos líquidos da exploração resultantes da mudança e não permite mostrar o lucro ou perda da exploração como um todo, visto que considera unicamente os custos variáveis, ignorando os custos fixos (Rushton, 2009; Hagnestam-Nielsen, 2009). Com este tipo de análise é possível fazer avaliações simplificadas relativamente ao impacto económico de uma doença ou da implementação de novas medida de controlo (Rushton, 2009; Hagnestam-Nielsen, 2009).

Um OP baseia-se em custos e benefícios (Quadro 2), mais especificamente (Hagnestam-Nielsen, 2009):

- a) Novos custos: custos associados à alteração, não estão presentes na situação inicial;
- b) Rendimentos perdidos: rendimentos recebidos na situação inicial e que não vão ser recebidos caso se adote a alteração;
- c) Custos economizados: custos presentes na situação inicial e que vão ser evitados caso se adote a alteração;
- d) Rendimentos adicionais: rendimentos que só se recebem caso se adote a mudança.

Quadro 2: Elementos básicos de um orçamento parcial.

Custos	Benefícios
Novos custos	Custos economizados
Rendimentos perdidos	Rendimentos adicionais

Desta forma, para construir um OP começa-se por identificar todos os benefícios e todos os custos e no final é calculada a diferença entre os benefícios e os custos (Rushton, 2009). Se os benefícios excederem os custos, a alteração é vantajosa para a exploração; se, pelo contrário, os custos forem iguais ou maiores que os benefícios, é preferível manter o sistema inicial (Rushton *et al.* 1999).

Apesar da sua simplicidade, o OP tem como pressuposto que existe viabilidade técnica para adotar a mudança no sistema em causa. É inútil testar uma mudança que o produtor não consiga gerir (Rushton, 2009). Qualquer mudança a testar tem que possibilitar o crescimento correto do efetivo e não pode causar tensão excessiva na organização existente. Nesta análise, o tempo necessário para as mudanças ocorrerem não é considerado (Rushton *et al.* 1999).

1.1.2.2 Simulação

Os modelos de simulação são métodos mais complexos de análise. São modelos

matemáticos que representam a unidade em estudo (como uma exploração de bovinos de leite), tendo a capacidade de se ajustar a diferentes situações reais através da modificação dos *inputs* aplicados. A utilização destes modelos permite investigar o impacto de estratégias previamente à sua implementação e evitar consumos excessivos de tempo e investimentos, funcionando como alternativas a estudos interventivos (Hagnestam-Nielsen, 2009).

Os modelos de simulação podem ser classificados em modelos estáticos ou dinâmicos. Os estáticos não incluem o tempo como variável, ao contrário dos dinâmicos, que permitem fazer a modelação da evolução do sistema ao longo do tempo (Hagnestam-Nielsen, 2009; Dijkhuizen *et al.* 1995). Podem ser de tempo contínuo – modelos complexos em que há variação contínua ao longo do tempo –, ou de tempo discreto – simulam um efetivo por um período de tempo específico (Rushton, 2009). Os modelos são depois classificados como determinísticos ou estocásticos. Ambos podem explicar interações complexas e são capazes de simular as dinâmicas numa exploração leiteira (Hagnestam-Nielsen, 2009). Os modelos determinísticos fazem predições definidas de quantidades (Rushton, 2009; Hagnestam-Nielsen, 2009). Podem aplicar-se, por exemplo, em estudos de produção de leite e peso vivo (Dijkhuizen *et al.* 1995). Os modelos estocásticos consideram o parâmetro variação no comportamento do sistema para gerar resultados (Liang *et al.* 2017). Assim, os modelos estocásticos consideram que as mesmas condições podem ter diferentes resultados, refletindo variação (Rushton, 2009; Hagnestam-Nielsen, 2009). A variação pode ser, por exemplo, a nível de preços, ou a nível biológico, como a variabilidade do desempenho produtivo (Dijkhuizen *et al.* 1995). Os modelos estocásticos são dos métodos mais relevantes em estudos dos efeitos de doenças num sistema, mas requerem quantidades extensas de *inputs*, muito poder computacional e são muito demorados (Hagnestam-Nielsen, 2009).

1.2 Mastite

1.2.1 Classificação e etiologia

A mastite é definida como a reação inflamatória da glândula mamária (Guo *et al.* 2010; Hagnestam-Nielsen, 2009; McDougall *et al.* 2009; Radostits, 2001; NMC, 1996). A maioria dos casos de mastite são causados por bactérias (Gonçalves *et al.* 2018; Vanderhaeghen *et al.* 2014). Os microrganismos invadem o úbere pela cisterna do canal do teto até à glândula mamária, onde se multiplicam e libertam toxinas que danificam o tecido glandular (Hagnestam-Nielsen, 2009). Consequentemente, há reação inflamatória, aumento da permeabilidade vascular e libertação de células somáticas no leite (Guo *et al.* 2010; Hagnestam-Nielsen, 2009).

As células somáticas são maioritariamente leucócitos, como neutrófilos, e uma pequena percentagem de células epiteliais (Radostits, 2001; NMC, 1996).

A mastite pode ser classificada como clínica ou subclínica (Vanderhaeghen *et al.* 2014; Hagnestam-Nielsen, 2009; McDougall *et al.* 2009). É clínica quando se observam sinais clínicos da patologia, como: alteração da qualidade do leite, a nível da cor ou textura; inflamação visível do úbere; ou sinais sistémicos no animal (Hagnestam-Nielsen, 2009; McDougall *et al.* 2009). É classificada como subclínica se não se verificam sinais clínicos, mas há presença do agente no leite e resposta inflamatória (Radostits, 2001). A resposta inflamatória é mais frequentemente detetada pela contagem de células somáticas (CCS) do leite (Radostits, 2001). A CCS de um animal varia, de acordo com a idade, fase da lactação, stress, lesões no teto, entre outros fatores, mas considera-se CCS superiores a 200 mil células/ml um limite razoável para a monitorização da presença de mastites (Radostits, 2001).

A mastite é uma doença multifatorial e envolve a combinação de fatores intrínsecos, como a resistência imunitária do hospedeiro, ambientais; e agentes patogénicos (McDougall *et al.* 2009; Radostits, 2001).

Os agentes causais podem ser contagiosos ou ambientais (Radostits, 2001). Os principais agentes patogénicos contagiosos são *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* e *Mycoplasma spp.* (NMC, 2016a). Os agentes contagiosos conseguem sobreviver na glândula mamária, o que leva a mastites persistentes durante semanas ou até meses (NMC, 2016a). A propagação ocorre a partir dos animais infetados, pelo que, consequentemente, é importante garantir a higiene na rotina da ordenha para evitar a propagação destes agentes. Os principais patogénicos ambientais são os coliformes, como a *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.* e *Enterobacter spp.* e outras espécies de *Streptococcus spp.*, como *Streptococcus uberis* e *Streptococcus dysgalactiae* (NMC, 2016b; Radostits, 2001). O maior obstáculo na prevenção das mastites deve-se à dificuldade no controlo dos agentes ambientais (DeGraves & Fetrow, 1993), que são ubíquos nas explorações, principalmente nas camas e fezes (Radostits, 2001).

A prevenção das mastites bovinas nas explorações deve basear-se em medidas a diferentes níveis (Van Soest *et al.* 2016; NMC 2016c; Radostits, 2001):

- Procedimentos corretos e manutenção da higiene na ordenha: usar luvas limpas; preparar o úbere para a ordenha, garantindo que está limpo e seco; utilização adequada do equipamento de ordenha; pós-*dipping*; limpar as tetinas entre animais; estabelecer ordem na ordenha, ficando para o fim animais com contagens celulares altas, com mastites clínicas crónicas e com casos ativos.

- Ambiente confortável, seco e limpo: manter áreas de passagem, de descanso e alimentação secas e limpas, com materiais apropriados e adequados às condições climáticas no local da exploração.

- Manutenção dos equipamentos: garantir funcionamento adequado da máquina de ordenha.
- Tratamentos adequados: fazer tratamentos com aconselhamento veterinário e sempre orientados para o agente – avaliar se o tratamento será mais eficaz na secagem ou na lactação e qual o fármaco mais apropriado.
- Programa da vaca seca: utilizar antibióticos adequados na secagem e fazer bom manejo pré-parto.
- Programa de Qualidade do Leite: aconselhamento com o veterinário da exploração para estabelecer e monitorizar objetivos para o controlo dos agentes prevalentes na exploração.
- Vacinação: adequada aos agentes prevalentes na exploração.
- Registos: manter registos atualizados e apropriados.

1.2.2 Impacto económico

Quando se considera o custo de qualquer doença é necessário considerar tanto os custos diretos como os indiretos, pelo que o custo total de uma doença corresponde à soma das perdas de produção, diretas e indiretas, e das despesas de controlo da doença, as despesas preventivas (van Soest *et al.* 2016; Petrovski *et al.* 2006; Rushton *et al.* 1999). Custos diretos incluem os custos veterinários, tratamentos, valor do leite rejeitado, aumento do trabalho da mão-de-obra, diminuição da produção de leite e da qualidade do leite. Custos indiretos estão mais relacionados com a dinâmica do efetivo e refletem decisões tomadas pelo produtor (Hagnestam-Nielsen, 2009). Estão relacionados com o aumento do risco de refugo, penalizações, secagens precoces e aumento de outros problemas de saúde associados (Petrovski *et al.* 2006). O custo real das mastites é difícil de avaliar e a maioria das estimativas considera apenas uma parte do seu custo (van Soest *et al.* 2016; Petrovski *et al.* 2006). As maiores perdas estão associadas à diminuição da produção de leite, seja em casos clínicos ou subclínicos (DeGraves & Fetrow, 1993). Contudo, como são perdas impercetíveis para o produtor, são pouco consideradas e mais difíceis de estimar (Petrovski *et al.* 2006).

A construção de uma estimativa dos custos económicos associados depende, portanto, da existência de determinados dados: estimativa da prevalência e da incidência das mastites na população; da severidade dos efeitos da mastite na produção de leite; conhecimento das medidas de prevenção e tratamento tomadas; avaliação das perdas de produção, tratamentos e gastos na prevenção e controlo; outros fatores de custo, como a gestão da exploração, refugo, substituição e mortalidade (Petrovski *et al.* 2006).

Perdas

- **Custo dos tratamentos:** incluem o custo dos fármacos utilizados e o custo das consultas veterinárias. O cálculo dos custos dos fármacos é determinado facilmente pelas faturas dos produtos e doses administradas, mas os custos veterinários podem variar. A cobrança pode ser feita por diferentes métodos, como à hora, por animal ou por efetivo, ou estar incluída num programa de qualidade do leite.
- **Leite rejeitado:** inclui o leite produzido no período de tratamento e no período subsequente, de acordo com o intervalo de segurança dos fármacos usados no protocolo. Também em casos de animais que comecem a mostrar sinais de mastite clínica, o leite pode ser rejeitado pelos produtores (Hagnestam-Nielsen, 2009). Em algumas explorações, este leite rejeitado é utilizado para alimentar os vitelos e nestes casos é necessário creditar as despesas que se teriam com o leite de substituição.
- **Custo da mão-de-obra:** é uma perda difícil de quantificar, particularmente se for com trabalhadores internos. O tempo despendido em cada caso é variável e depende de fatores como o tipo de mastite, dimensão da exploração ou do próprio trabalhador (Petrovski *et al.* 2006).
- **Mortalidade:** inclui a perda do valor do animal no mercado, mas também os custos associados ao valor do leite perdido no caso de lactação incompleta.
- **Diminuição da produção de leite:** a extensão da diminuição da produção depende de diversos parâmetros, como a severidade da mastite, idade do animal, número de partos, fase da lactação, produção de leite anterior à mastite, agente patogénico, grau de inflamação, práticas de alimentação, época do ano, recorrência e dos próprios modelos analíticos usados na estimativa (Hagnestam-Nielsen, 2009; Petrovski *et al.* 2006). Nas mastites clínicas, os principais agentes responsáveis pelas perdas mais severas são *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Klebsiella spp.* e, no caso de vacas multíparas, também são importantes os agentes *Streptococcus spp.* e *Arcanobacterium pyogenes* (Gröhn *et al.* 2004). Existem diversos estudos relativos ao efeito do aumento da CCS na diminuição da produção de leite. Considera-se existirem perdas de produção a partir de CCS superiores a 50 mil células/ml (Hortet & Seegers, 1998). À medida que a CCS aumenta, maior será a perda de produção (Halasa *et al.* 2009). O efeito do aumento da CCS na produção de leite pode ser estudado a nível da produção diária ou na produção acumulada da lactação e, apesar da diversa literatura disponível, é difícil assumir uma tendência central devido à grande discrepância dos vários estudos, seja por usarem diferentes métodos ou diferentes dados nos cálculos (Hagnestam-Nielsen, 2009; Hortet & Seegers, 1998). É, contudo, possível estabelecer uma perda de leite média de 0,4 kg por dia por cada aumento de duas vezes da CCS em vacas primíparas e de 0,6 kg por dia em vacas multíparas (Hortet & Seegers, 1998).

- **Alterações da qualidade do leite:** as que são de importância económica são as que afectam o preço do leite, como a CCS do leite e o teor microbiano, cujos aumentos causam penalizações nos pagamentos (Hagnestam-Nielsen, 2009; Halasa *et al.* 2007). Caso existam resíduos de antibióticos devido a tratamentos, o leite é rejeitado e o produtor é fortemente penalizado.
- **Custo do refugo e substituição:** refugo por mastites são perdas quando os animais têm que ser substituídos antes de atingirem o seu potencial e o investimento associado. Animais com casos repetidos de mastites têm maior risco de refugo (Petrovski *et al.* 2006). Contudo, na maioria das situações, os animais são substituídos por causas multifatoriais e não por um problema só, havendo associação de razões diferentes, como a idade, dificuldade de locomoção ou desempenho reprodutivo.
- **Secagens precoces:** custo associado quando o tratamento do caso implica a secagem numa etapa da lactação em que a produção ainda é alta.
- **Problemas de saúde associados:** é frequente a associação a outros problemas, como falhas reprodutivas e perda de apetite. Contudo, as relações causa-efeito entre as mastites e outros problemas não são claras, pelo que, incluir este custo no impacto das mastites pode levar à sobrestimativa do seu custo (Hagnestam-Nielsen, 2009).

Despesas preventivas

- **Rotina adequada de ordenha:** custos dos produtos de pré e pós-*dipping*; tempo de mão-de-obra para executar o procedimento de lavar, desinfetar e secar os quartos; tempo despendido para separar e ordenhas vacas com CCS altas no fim.
- **Manutenção do equipamento de ordenha:** custo dos desinfetantes, da instalação, manutenção e da mão-de-obra.
- **Programa de vacas secas:** custo dependente dos fármacos usados (antibiótico e/ ou selante) e do número de vacas do efetivo.
- **Vacinação:** custo dependente do preço da vacina, do número de animais vacinados e do protocolo adotado, do qual depende o número de administrações anuais.
- **Programa de qualidade do leite:** os custos variam de acordo com os serviços associados, que poderão ser provas de estábulo, análises laboratoriais de amostras de leite, acompanhamento e aconselhamento das rotinas de ordenha e análise dos equipamentos de ordenha.

2. Trabalho desenvolvido

2.1 Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto económico de um protocolo de vacinação com Startvac[®] (Laboratórios Hipra S.A.) em duas explorações comerciais de bovinos de leite. Para cumprir este objetivo final, avaliou-se no período anterior (P1) e período posterior (P2) à vacinação o impacto económico das mastites bovinas nas duas explorações em estudo, de forma a comparar os dois períodos, com um total de oito meses para cada exploração (quatro meses/período). Avaliou-se, também, a influência da vacinação na CCS e na presença dos agentes das mastites nas duas explorações. Por fim, construiu-se um OP de modo a fundamentar se adotar a vacinação foi, ou não, vantajoso.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Explorações

Foram selecionadas duas explorações comerciais de bovinos de leite do concelho de Vila do Conde, associadas da CAVC e que tinham adotado o protocolo de vacinação com Startvac[®] no ano de 2017.

A exploração A é uma exploração familiar com uma média mensal de 44 animais em produção durante os meses em estudo, variando entre 37 e 49. A sala de ordenha é mecânica e a ordenha é efetuada duas vezes por dia. A exploração não é fechada, adquirindo animais de outras explorações. Relativamente à vacinação, iniciou-se o protocolo a 4 de fevereiro de 2017, com o segundo reforço a 22 de fevereiro de 2017 e o terceiro a 10 de agosto de 2017. O P1 corresponde ao intervalo entre novembro de 2016 e fevereiro de 2017 e o P2 entre março e junho de 2017.

A exploração B é uma exploração com robô de ordenha e uma média de 53 animais em produção, com um máximo de 57 e mínimo de 47 durante o período de estudo. Os animais de substituição são da própria recria. Nesta exploração, para além do produtor, contrata-se igualmente mão-de-obra externa. A vacinação teve início a 11 de setembro de 2017, com o segundo reforço a 3 de outubro de 2017 e o terceiro a 30 de dezembro de 2017. O P1 é entre junho e setembro de 2017 e o P2 é entre outubro de 2017 e janeiro de 2018.

Para as duas explorações foram analisados os tratamentos, os contrastes, as análises laboratoriais e os pagamentos dos carregamentos do leite nos oito meses de estudo.

2.2.2 Protocolo de vacinação

A vacina Startvac[®] é comercializada pelos Laboratórios Hipra S.A. É uma vacina polivalente, constituída por *Escherichia coli* (J5) inativada e *Staphylococcus aureus* (CP8) estirpe SP 140 inativada. A vacina está indicada para a imunização de vacas e novilhas saudáveis em efetivos de bovinos de leite com incidência de mastites e tem como objetivos:

- a) reduzir a incidência de mastites subclínicas;
- b) reduzir a incidência e severidade dos sinais clínicos das mastites clínicas causadas por *Staphylococcus aureus*, coliformes e *Staphylococcus coagulase negativo*.

A administração é feita por via intramuscular profunda e administra-se uma dose (2 ml) por animal. O esquema vacinal aconselhado no folheto informativo é o seguinte: primeira injeção 45 dias antes da data prevista de parto, segunda injeção um mês depois (no mínimo dez dias antes do parto) e a terceira dose dois meses depois, repetindo-se o esquema em cada gestação. Induz imunidade 13 dias após a injeção até aproximadamente 78 dias depois da terceira injeção. Nas duas explorações estudadas, o protocolo não seguiu o aconselhado no folheto, por considerarem difícil de aplicar na prática. Assim, em ambas, o efetivo em produção foi todo vacinado em simultâneo, repetindo-se a vacinação 21 dias após a primeira administração. Posteriormente, foi repetido de seis em seis meses na exploração A e de três em três meses na exploração B.

Segundo o laboratório, a vacina tem intervalo de segurança de zero dias e poderão ocorrer reações adversas muito raras, tais como tumefação, dor no local de inoculação ou subida transitória da temperatura média corporal. Em alguns animais sensíveis podem também ocorrer reações do tipo anafilático.

2.2.3 Estudo do impacto económico

O impacto económico da adoção do protocolo de vacinação foi avaliado contabilizando os custos com os tratamentos, leite rejeitado, Programa de Qualidade do Leite, diminuição da produção com o aumento da CCS, CCS no tanque e vacinação, como se explica de seguida.

1) **Tratamentos:** para a realização do cálculo do custo com os tratamentos foi, primariamente, efetuada a recolha dos registos dos tratamentos para mastites efetuados nas explorações durante os períodos estipulados para cada uma das explorações. No caso da exploração A, os tratamentos são registados pelo produtor num livro de apontamentos, enquanto que no caso da exploração B são registados num caderno e, posteriormente, informatizados. Após a recolha dos dados de cada exploração, foi feita uma estimativa de custo para cada protocolo de tratamento, por animal. Para fazer a estimativa de cada dose, usou-se como referência o preço

de venda dos fármacos aos produtores na farmácia da CAVC e a dose média de cada fármaco foi calculada de acordo com o protocolo aconselhado pelo veterinário (por exemplo, num fármaco administrado em três dias nas doses 40 ml + 30 ml + 30 ml, a dose média diária usada nos cálculos foi de 33 ml), sendo depois multiplicada pelo número de dias de tratamento e pelo preço do ml (no caso dos injetáveis) ou da bisnaga (no caso dos intramamários), de forma a saber o custo total do tratamento por cada fármaco. Tratamentos simultâneos com diferentes fármacos ou com um intervalo máximo de quatro dias entre si, no mesmo animal, foram associados num só protocolo. Nos tratamentos foram incluídos antibióticos e fármacos de suporte. O cruzamento dos dados entre as datas dos protocolos de tratamento e das análises processadas permitiu verificar se foi identificado o agente nos diversos casos.

2) **Leite rejeitado:** para estimar os custos do leite rejeitado, contabilizou-se o período do tempo em que o leite não pôde ser aproveitado, sendo que o mesmo corresponde aos dias de tratamento mais os dias do intervalo de segurança dos fármacos utilizados. De acordo com a produção diária de cada animal registada no contraste do mês em que foi feito o tratamento, estimou-se a quantidade de leite que terão produzido nestes intervalos de tempo. Sempre que não existisse o registo da produção média para o mês em causa, foi utilizada como referência a média aritmética da produção dos meses anterior e seguinte; se não existisse um destes dois valores, foi usado o valor de produção do mês mais próximo. Relativamente à exploração B, foi possível obter a partir do programa informático do robô de ordenha a quantidade exata de leite rejeitado em relação a alguns períodos, fosse por tratamento ou por caso de mastite. Não foi possível obter a totalidade do leite rejeitado porque o programa informático apenas retém a informação diária da lactação atual dos animais, eliminando os dados da lactação anterior. O valor estimado de leite rejeitado foi depois multiplicado pelo valor médio mensal pago pelo leite em cada uma das explorações.

3) **Programa da Qualidade do Leite:** os gastos associados ao Programa de Qualidade do Leite foram recolhidos diretamente dos registos informáticos da CAVC, correspondendo, no caso da exploração A, às amostras que foram analisadas no laboratório e, no caso da exploração B, às amostras analisadas no laboratório e às provas de estábulo, realizadas mensalmente.

4) **Diminuição da produção associada ao aumento das células somáticas:** para estimar este parâmetro, usou-se como referência os valores apresentados no artigo de revisão por Hortet & Seegers (1998), apresentados no Quadro 1.A do Anexo I. Foram consideradas as perdas de produção por CCS superiores a 200 mil células/ml. No caso das contagens superiores a 1,6 milhões células/ml, não consideradas no artigo de referência devido à baixa

frequência nos estudos revistos, o valor de perda foi calculado de acordo com o valor de referência atribuído ao intervalo 1,4 milhões a 1,6 milhões células/ml (Quadro 1.A). Mesmo sendo a perda subestimada, considerou-se que devia ser incluída, dado que existem vários casos nas duas explorações com contagens a este nível. As CCS de cada animal foram obtidas dos contrastes leiteiros. Caso não existisse o contraste leiteiro para algum mês dos períodos em estudo, utilizou-se como referência a média aritmética dos valores dos meses anterior e seguinte. Após definir a perda diária de cada animal de acordo com as CCS, o valor foi multiplicado pelo preço mensal de pagamento do leite. Através da soma total dos valores individuais obteve-se a perda total diária. Para calcular a perda para cada um dos períodos de quatro meses, a perda foi multiplicada por 30 (dias) e por quatro (meses), obtendo-se, assim, a estimativa da perda para cada um dos dois períodos em cada exploração.

5) **Contagem de células somáticas no tanque:** os custos das CCS no tanque foram contabilizados pelas penalizações nos pagamentos, registadas nos boletins de pagamento do leite.

6) **Protocolo de vacinação:** os gastos com o protocolo de vacinação contabilizaram-se de acordo com o preço de venda da vacina na farmácia da CAVC e com o número de animais vacinados. Para definir os gastos da vacinação nos quatro meses em causa, calculou-se inicialmente o valor anual gasto nas vacinas, inferindo depois o gasto mensal e o gasto em quatro meses.

2.2.4 Agentes isolados nas explorações

Analisaram-se os resultados laboratoriais das análises de leite das duas explorações processadas no laboratório da CAVC durante o período de estudo. Nas amostras com mais do que um agente isolado, os resultados apresentaram-se de acordo com o seguinte processo: selecionou-se o agente com maior crescimento, quando se verificaram níveis de crescimento diferentes; todos os agentes, caso o crescimento fosse igual para todos; um único agente, mesmo que com menos crescimento, quando se justifica pela sua importância, como *Staphylococcus aureus*. Amostras com mais de três agentes foram consideradas contaminadas.

2.2.5 Orçamento Parcial

Para realizar o OP definiram-se os seguintes custos e benefícios:

- a) Novos custos: custo da vacinação nos quatro meses do P2.
- b) Rendimentos perdidos: não foram encontrados rendimentos perdidos.
- c) Custos economizados: diferença entre os dois períodos no custo dos tratamentos, do leite rejeitado e nas penalizações dos pagamentos.
- d) Rendimentos adicionais: diferença entre os dois períodos na diminuição da produção de leite devido ao aumento da CCS.

Para avaliar a sensibilidade do OP, fez-se, por fim, uma análise de sensibilidade, variando o preço do pagamento do leite e variando as perdas de produção devido ao aumento da CCS, de forma a avaliar os resultados e comparar com o orçamento inicial. O OP foi calculado a nível do efetivo de produção e para o período de estudo.

2.2.6 Análise estatística

Os dados relativos ao custo com os tratamentos de vacas com mastite de cada exploração foram sujeitos a análise de variância simples, considerando o efeito fixo do período (antes e após vacinação) e o erro residual. Também os dados registados no contraste relativamente à CCS do tanque de cada mês foram igualmente sujeitos a análise de variância simples, para avaliar a influência da vacinação na CCS do tanque. Neste modelo de análise da CCS do tanque do leite de cada exploração foi, também, incluído o efeito fixo dos dias em lactação (< 60 dias, 60-120 dias, 121-180 dias e > 180 dias) e a interação do período e dos dias em lactação. Como a interação nunca foi significativa ($P > 0,10$), esta foi removida do modelo. Sempre que existiram diferenças significativas, o teste de Tuley foi utilizado para comparar as médias. Todos os dados foram analisados recorrendo ao programa SAS (2002; versão 9.1, SAS Institute Inc, Carry, NY).

2.3 Resultados/ Discussão

2.3.1 Cálculo do impacto económico

2.3.1.1 Tratamentos

Exploração A:

No P1 contabilizaram-se 30 protocolos de tratamentos em 19 animais, enquanto que no P2 se contabilizaram 18 protocolos em 12 animais. Destes 12 animais tratados no P2, 5 já tinham sido tratados também no P1. Dos 26 animais tratados no total do tempo em estudo (oito meses), a maioria foi tratada uma vez (14 animais) e o maior número de tratamentos realizados no mesmo animal foi quatro vezes (em quatro animais). Verificou-se, ainda, que, dos 48 protocolos executados, 12 possuíam análises laboratoriais correspondentes, o que significa que em apenas 25% dos tratamentos houve pesquisa do agente presente. A vacinação não afetou significativamente o custo médio do tratamento de cada caso, que foi de 50.10€/ caso no P1 e 47.40€/ caso no P2 (Quadro 3). O custo total com os tratamentos foi, respetivamente, de 1503,93€ e 853,42€ para o P1 e P2, pelo que se verificou uma diferença de 650,51€ (Quadro 4). Concluiu-se, assim, que, apesar da vacinação não ter afetado o custo médio dos protocolos, houve uma diminuição dos gastos totais nos tratamentos de um período para o outro, visto que se realizaram menos 12 protocolos de tratamento no P2. O Quadro 2.A do Anexo II contém a informação completa relativa aos tratamentos.

Quadro 3: Efeito da vacinação no custo médio do tratamento de cada caso de mastite na exploração A.

	Período		EPM	P
	P1	P2		
Custo, €	50.10	47.40	6.76	0.786

Quadro 4 : Custo total dos tratamentos nos períodos 1 e 2 na exploração A.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Custo, €	1503,93	853,42	650,51

Exploração B:

No P1 contabilizaram-se 17 protocolos de tratamentos em 13 animais, enquanto que no P2 se contabilizaram seis protocolos em quatro animais. Dos quatro animais tratados no P2, dois já tinham sido tratados no P1. Dos 15 animais tratados nos dois períodos, a maioria foi tratada uma vez (dez animais) e apenas um animal foi tratado quatro vezes, que foi o máximo de tratamentos administrado a um animal. Constatou-se que, como em apenas dois protocolos de tratamento efetuados durante todo o período de estudo não houve amostras laboratoriais

associadas, 91% dos tratamentos estão associados a análises. A vacinação não influenciou de forma significativa o custo médio dos tratamentos nos períodos P1 e P2 (Quadro 5). Contudo, enquanto que no P1 os gastos em tratamentos com as mastites foram de 609,65€, no P2 foram de 200,49€, verificando-se uma diferença de 409,16€ nos gastos totais (Quadro 6). Esta diferença deveu-se à diminuição do número de tratamentos realizados no P2 em relação ao P1, verificando-se menos 11 protocolos de tratamento e, consequentemente, menos gastos totais. O quadro 3.A no Anexo III contém a descrição completa dos tratamentos realizados na exploração 2 durante o P1 e P2.

Quadro 5: Efeito da vacinação no custo médio do tratamento de cada caso de mastite na exploração B.

	Período		EPM	P
	P1	P2		
Custo, €	35.9	33.4	6.94	0.834

Quadro 6: Custo total dos tratamentos nos períodos 1 e 2 na exploração B.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Custo, €	609,65	200,49	409,16

2.3.1.2 Leite rejeitado

Exploração A:

Verificou-se uma diferença de 1137,42€ entre os dois períodos na estimativa do custo do leite rejeitado (Quadro 7). Esta diferença está diretamente relacionada com o parâmetro anterior, visto que o leite rejeitado foi avaliado de acordo com os dias de tratamento e com os fármacos utilizados. Tendo diminuído o número de tratamentos no P2, foi, consequentemente, menor a quantidade de leite rejeitado. Contudo, no caso desta exploração, o valor real do custo do leite rejeitado é inferior ao apresentado, visto que parte do leite é utilizado para alimentar os vitelos, particularmente os machos. Assim, a este custo seria necessário subtrair o valor que não é gasto para comprar leite em pó de substituição. Não foi considerado para o estudo por não ter sido possível avaliar que quantidade deste leite rejeitado é efetivamente utilizada para este fim. Também pela mesma razão, não foi considerado o leite rejeitado em casos clínicos ou por aumento da CCS em casos individuais para não aumentar a CCS do leite do tanque.

Quadro 7: Custo total do leite rejeitado nos períodos 1 e 2 na exploração A.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Custo, €	2567,07	1429,65	1137,42

Exploração B:

No mesmo intervalo de tempo, antes e pós-vacinação, houve uma diferença de 1058,81€ relativamente aos gastos em leite rejeitado (Quadro 8). Nesta exploração, a diminuição estimada pode dever-se não só à diminuição do número de tratamentos no P2, mas também à diminuição da rejeição do leite pelo robô de ordenha, visto que a estimativa se construiu a partir dos dois parâmetros. No caso desta exploração, o leite rejeitado não é utilizado para alimentação de vitelos.

Quadro 8: Custo total do leite rejeitado nos períodos 1 e 2 na exploração B.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Custo, €	1656,50	597,69	1058,81

2.3.1.3 Programa da Qualidade do Leite

Exploração A:

No P1, houve um gasto total com o programa de qualidade do leite de 140€, com uma média de gastos mensais de 35€, com os meses de maior e de menor gasto de, respetivamente, 76€ e 16€. No P2, houve um gasto total de 32€, com uma média de gastos mensais de 8€, com os meses de maior e menor gasto de, respetivamente 16€ e 0€.

Deste parâmetro de avaliação apenas se podem verificar os gastos totais, não sendo possível fazer deduções relativamente à influência da vacinação. Os gastos estão unicamente associados ao número de amostras enviadas por mês e este número é muito variável, estando dependente da necessidade sentida pelo produtor e não do número real de casos mensais de mastites na exploração.

Exploração B:

No P1 houve um gasto total de 406€, com uma média de gastos mensais de 101,5€, com os valores mensais de maior e menor gasto de, respetivamente, 128€ e 75€.

No P2 houve um gasto total de 486,84€, com uma média de gastos mensais de 121,71€, com os valores mensais de maior e menor gasto de, respetivamente 127,92€ e 108€.

Deste parâmetro de avaliação, também nesta exploração se pode unicamente verificar os gastos totais, sem poder fazer inferências relativamente à influência da vacinação. Os gastos dependem do número de animais incluídos nas provas de estábulo mensais e do número de amostras enviadas para análise. Contudo, a variação mensal do número de animais em produção faz com que o valor base das provas de estábulo também varie mensalmente, de acordo com o escalão base. As amostras enviadas para análise podem ser de animais com casos clínicos, podem ser de animais com casos subclínicos e que tenham acusado contagens

altas no contraste, ou podem ser de animais para secar, pelo que, tal como na exploração A, não é possível correlacionar com o número de casos com a vacinação.

2.3.1.4 Diminuição da produção associada ao aumento das células somáticas

Exploração A:

O custo total das perdas de produção associadas ao aumento da CCS foi superior no P1 (Quadro 9). Dentro dos parâmetros avaliados neste estudo, os custos associados a perdas de produção por aumento da CCS representam a maior fatia de custos para o produtor, sendo superiores ao custo dos tratamentos realizados e ao custo do leite que é rejeitado durante e após os tratamentos. Contudo, e apesar da sua importância, este parâmetro tende a ser o menos considerado pelos produtores.

Quadro 9: Custo total das perdas de produção associadas ao aumento das da contagem de células somáticas nos períodos 1 e 2 na exploração A.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Custo, €	2868,13	2556,78	311,35

Exploração B:

Verificou-se uma diminuição dos custos associados às perdas de produção por aumento da CCS no P2 (Quadro 10). Os custos associados a este parâmetro são ainda mais elevados do que o que se verificou na exploração A. Uma das possíveis justificações para que isto ocorra deve-se a diferentes métodos de manejo nas duas explorações. Na exploração B, as vacas com mastites subclínicas não são tratadas e o leite é aproveitado, por serem animais que produzem muito, desde que não subam demasiado a CCS do leite do tanque. O mesmo acontece com animais que serão brevemente refugados, em que o leite continua a ser aproveitado.

Quadro 10: Custo total das perdas de produção associadas ao aumento das da contagem de células somáticas nos períodos 1 e 2 na exploração B.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Custo, €	4099,91	3753,63	346,28

2.3.1.5 Contagem de células somáticas no tanque

Exploração A:

Apenas se verificaram penalizações no pagamento do leite por CCS superiores a 300 mil células/ml e inferiores a 400 mil células/ml durante o P1 (Quadro 11). Não obstante, os

meses de novembro e dezembro de 2016 e janeiro de 2017 foram pagos de acordo com a média aritmética das análises das amostras de quatro carregamentos aleatórios de cada mês, enquanto que, a partir de fevereiro, todos os carregamentos foram testados e o pagamento foi efetuado de acordo com os valores das amostras de todos os carregamentos. Consequentemente, poderia haver outras penalizações a considerar no P1, caso todos os carregamentos fossem testados.

Quadro 11: Total das penalizações no pagamento do leite devido à contagem de células somáticas do tanque nos períodos 1 e 2 na exploração A.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Penalizações, €	63,63	0	63,63

Exploração B:

Verificou-se houve uma diminuição das penalizações no pagamento do leite devido à contagem de células somáticas do tanque no P2 (Quadro 12). No P1 as penalizações sofridas foram relativas a carregamentos com CCS entre 300 mil células/ml e 400 mil células/ml ou superiores a 400 mil células/ml. No P2, a penalização sofrida deveu-se apenas a um carregamento com contagens entre as 300 mil e 400 mil células/ml.

Quadro 12: Total das penalizações no pagamento do leite devido à contagem de células somáticas do tanque nos períodos 1 e 2 na exploração B.

	Período		Diferença
	P1	P2	
Penalizações, €	691,76	41,33	650,43

2.3.1.6 Protocolo de vacinação

Exploração A:

Como nesta exploração o produtor faz um intervalo de seis meses entre a segunda e a terceira administração, durante o período de um ano são feitas três administrações. Assim, o custo anual da vacinação para uma média de 52 animais é de 681,72€ e o custo mensal é de 56,81€. Como o P2 inclui quatro meses, o custo da vacina neste período foi de 227,24€.

Exploração B:

Nesta exploração repete-se a vacinação de três em três meses, pelo que, no intervalo de um ano são feitas cinco administrações, com uma média de 75 animais vacinados. Assim, o preço anual da vacinação é de 1638,75€ e, consequentemente, para os quatro meses relativos ao P2, o custo da vacinação foi de 546,25€.

2.3.2 Influência da vacinação na contagem de células somáticas

Exploração A:

A vacinação não afetou significativamente a CCS do tanque do leite (Quadro 13). Dado o curto intervalo de tempo avaliado, este resultado não deve ser generalizado, sendo necessário acompanhar a exploração durante mais tempo. Verificou-se que a percentagem mensal de animais com CCS superiores a 200 mil células/ml foi, no geral, mais baixa no P2 (Quadro 14).

Quadro 13: Efeitos da vacinação e da fase de lactação na contagem de células somáticas no tanque do leite na exploração A.

	Período		EPM	P	DIM				EPM	P
	P1	P2			<60	60-120	121-180	>180		
CCS (x10 ³)	367	254	73,8	0,289	174	237	551	280	104,4	0,078

Quadro 14: Percentagens mensais de animais com contagens de células somáticas superiores a 200 mil células/ml ao longo dos períodos 1 e 2 na exploração A.

Período								
P1					P2			
Mês	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun
%	18	24	26	13	16	13	16	16

Exploração B:

A vacinação não afetou significativamente a CCS do tanque (Quadro 15). Pelo contrário, a fase da lactação teve efeito nas CCS ($P < 0,05$), tendo sido respetivamente inferior e superior nas vacas com 60 a 120 dias em lactação e com mais de 180 dias em lactação (Quadro 15). As percentagens mensais de animais com CCS superiores a 200 mil células/ml foram ligeiramente menores no P2 relativamente ao P1 (Quadro 16). Também se pode constatar que as percentagens são superiores relativamente à exploração 1, o que poderá ser uma das justificações para o maior volume de perdas por diminuição de produção, calculado nos parâmetros anteriores.

Quadro 15: Efeitos da vacinação e da fase de lactação na contagem de células somáticas no tanque do leite na exploração B.

	Período		EPM	P	DIM				EPM	P
	P1	P2			<60	60-120	121-180	>180		
CCS (x10 ³)	171	191	48,47	0,629	157 ^b	103 ^a	172 ^b	291 ^c	41,7	0,026

a, b, c : valores com notações diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Quadro 16: Percentagens mensais de animais com contagens de células somáticas superiores a 200 mil células/ml ao longo dos períodos 1 e 2 na exploração B.

Período								
P1					P2			
Mês	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan
%	22	28	29	16	17	24	23	21

2.3.3 Agentes isolados nas explorações

Exploração A:

Os agentes com maior prevalência na exploração durante o P1 foram *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus* coagulase negativo (SCN) (Quadro 17). No P2 não se isolaram estes agentes nas amostras processadas e só um dos animais testados possuía uma amostra no período anterior (Quadro 18). Verificou-se, também, que estão presentes na exploração os agentes-alvo da vacina em estudo. Não obstante, não é possível concluir a influência da vacinação relativamente aos agentes isolados nas amostras, pois o número de amostras recolhidas e processadas não é suficiente para uma análise fidedigna, sendo muito inferior ao número de casos de mastites clínicas e subclínicas que surgiram na exploração durante o período em estudo. O número de amostras processadas relacionam-se mais com a necessidade do produtor em obter informações quanto aos casos que lhe surgem, para, por exemplo, alterar um tratamento que iniciou e não estava a surtir efeito. Por outro lado, não se deverão tirar conclusões sem conhecer tanto o historial completo dos animais, como as amostras laboratoriais anteriores ao período em estudo.

Quadro 17: Resultados microbiológicos das 19 amostras de leite processadas durante o período 1 na exploração A.

Resultados	Nº amostras	%
<i>Streptococcus uberis</i>	5	26,3
<i>Escherichia coli</i>	3	15,8
<i>Staphylococcus</i> coagulase negativo + <i>Streptococcus uberis</i>	3	15,8
<i>Staphylococcus</i> coagulase negativo + <i>Enterococcus faecalis</i>	2	10,5
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	5,3
<i>Staphylococcus</i> spp.	1	5,3
<i>Bacillus</i> spp.	1	5,3
<i>Enterobacteriaceae</i>	1	5,3
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	5,3
<i>Proteus</i> spp.	1	5,3

Quadro 18: Resultados microbiológicos das 3 amostras de leite processadas durante o período 2 na exploração A.

Resultados	Nº amostras	%
<i>Enterobacteriaceae</i>	1	33,3
<i>Escherichia coli</i>	1	33,3
<i>Streptococcus spp.</i>	1	33,3

Exploração B:

Os agentes com maior prevalência na exploração foram *Staphylococcus* coagulase negativo e *Streptococcus uberis*, tanto no P1 como no P2 (Quadros 19 e 20). Em ambos os períodos se verificaram amostras positivas para *Staphylococcus aureus*, em animais diferentes. Surgiram igualmente novos casos por *Staphylococcus* coagulase negativo, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus uberis*, *Corynebacterium spp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus spp.* no P2 (Quadro 21). Tal como na exploração A, também se conclui que os agentes-alvo da vacina em estudo estão presentes, mas não é possível inferir a influência da vacina. Os agentes mais isolados são os mesmos nos dois períodos e, não conhecendo o historial completo dos animais (anterior aos períodos em estudo), também não é possível afirmar que os novos casos em P2 não teriam sido já anteriormente causados pelos mesmos agentes.

Quadro 19: Resultados microbiológicos das 50 amostras de leite processadas durante o período 1 na exploração B.

Resultados	Total	%
<i>Staphylococcus</i> coagulase negativo	20	40
<i>Streptococcus uberis</i>	8	16
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	4
<i>Escherichia coli</i>	2	4
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	4
<i>Enterobacteriaceae</i> + <i>Streptococcus uberis</i>	1	2
<i>Escherichia coli</i> + <i>Klebsiella spp.</i> + <i>Staphylococcus</i> coagulase negativo	1	2
<i>Escherichia coli</i> + <i>Streptococcus spp.</i>	1	2
Leveduras	1	2
<i>Streptococcus spp.</i>	1	2
Cultura negativa	11	22

Quadro 20: Resultados microbiológicos das 43 amostras de leite processadas durante o período 2 na exploração B.

Resultados	Total	%
<i>Staphylococcus coagulase negativo</i>	18	42
<i>Streptococcus uberis</i>	4	9
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	5
<i>Escherichia coli</i>	2	5
<i>Corynebacterium spp.</i>	1	2
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	2
<i>Staphylococcus spp.</i>	1	2
<i>Streptococcus spp.</i>	1	2
Cultura negativa	13	30

Quadro 21: Novos agentes isolados no período 2 na exploração B.

Resultados	Nº
<i>Staphylococcus coagulase negativo</i>	4
<i>Enterococcus faecalis</i>	2
<i>Streptococcus uberis</i>	2
<i>Corynebacterium spp.</i>	1
<i>Escherichia coli</i>	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	1
<i>Staphylococcus spp.</i>	1
<i>Streptococcus spp.</i>	1

2.3.4 Orçamento parcial

Exploração A:

De acordo com as estimativas de custos e benefícios para a exploração nos períodos de estudo, os benefícios (2162,91€) ultrapassaram os custos (227,24€), pelo que a adoção do protocolo de vacinação aparenta ter sido vantajosa (Quadro 22). Todavia, é necessário avaliar se alterações nalguns parâmetros assumidos mostram resultados semelhantes, pelo que se construiu uma análise de sensibilidade (Quadros 4.A, 5.A ,6.A e 7.A, Anexo IV). Assim, foram avaliadas duas hipóteses alternativas:

- hipótese alternativa nº1: variação do preço do leite, assumindo que é pago ao valor mais alto (0,3446€) ou mais baixo (0,2795€) verificado para a exploração entre agosto de 2016 e janeiro de 2018;
- hipótese alternativa nº2: variação nas perdas de produção, assumindo que são metade ou o dobro das perdas de produção estimadas por cada nível de CCS (de acordo com o Quadro 1.A do Anexo I).

Verificou-se que, mesmo variando os parâmetros propostos, o preço do leite e variações na diminuição da produção de leite, os benefícios de adotar a vacinação continuam sempre muito superiores ao custo associado, o da vacinação, pelo que se conclui que foi vantajoso vacinar o efetivo (Quadros 23 e 24).

Quadro 22: Orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração A.

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 227,24€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 650,51€ - Diferença no leite rejeitado: 1137,42€ - Penalizações não sofridas: 63,63€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 311,35€
Total Custos: 227,24€	Total Benefícios: 2162,91€

Quadro 23: Resumo da hipótese alternativa nº1 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração A.

Preço do leite, €	Custos, €	Benefícios, €
0,3446	227,24	2418,74
0,2795	227,24	2097,21

Quadro 24: Resumo da hipótese alternativa nº2 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração A.

Perdas de produção	Custos, €	Benefícios, €
metade	227,24	2007,24€
dobro	227,24	2474,27€

Exploração B:

De acordo com o OP construído, foi vantajoso adotar a vacina (Quadro 25), mas foi igualmente necessário fazer uma análise de sensibilidade para confrontar com outras hipóteses em que se consideraram alterações nalguns dos parâmetros assumidos (Quadros 8.A, 9.A, 10.A e 11.A, Anexo V). Assim, foram avaliadas duas hipóteses alternativas:

- Hipótese alternativa nº1: variação do preço do leite, assumindo que é pago ao valor mais alto (0,3263€) ou mais baixo (0,2823€) verificado para a exploração entre janeiro de 2017 e janeiro de 2018;

- Hipótese alternativa nº2: variação nas perdas de produção, assumindo que são metade ou o dobro das perdas de produção estimadas por cada nível de CCS (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Em qualquer umas das hipóteses alternativas testadas, o custo da vacinação foi sempre inferior aos benefícios (Quadros 26 e 27), pelo que se confirma que vacinar foi vantajoso para a exploração.

Quadro 25: Orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração B.

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 546,25€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 409,16€ - Diferença no leite rejeitado: 1058,81€ - Penalizações não sofridas: 650,43€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 346,28€
Total Custos: 546,25€	Total Benefícios: 2055,52€

Quadro 26: Resumo da hipótese alternativa nº1 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração B.

Preço do leite, €	Custos, €	Benefícios, €
0,3263	546,25	3093,12
0,2823	546,25	2856,95

Quadro 27: Resumo da hipótese alternativa nº2 ao orçamento parcial para adoção da nova medida de controlo de mastites (vacinação) na exploração B.

Perdas de produção	Custos, €	Benefícios, €
metade	546,25	2339,22
dobro	546,25	3001,69

Considerações finais

Neste trabalho verificou-se que o protocolo de vacinação adotado em cada uma das explorações teve um impacto económico positivo em ambas. Apesar de não se ter verificado influência da vacinação no custo médio dos protocolos de tratamento das mastites e na CCS do tanque, como foram realizados menos protocolos de tratamento após a vacinação, o custo total dos tratamentos diminuiu, assim como os custos em leite rejeitado, os custos associados à diminuição da produção por aumento das CCS e as penalizações sofridas. Os orçamentos parciais construídos para as duas explorações fundamentam a decisão, visto que os benefícios foram superiores ao custo da vacinação, verificando-se o mesmo nas hipóteses alternativas testadas para avaliar a sensibilidade do modelo do orçamento. Contudo, apesar dos efeitos positivos, não é possível generalizar o impacto da vacinação para todas as explorações. O intervalo de estudo, que correspondeu ao total de oito meses, quatro anteriores à vacinação e quatro posteriores à vacinação, é relativamente curto. Os efeitos avaliados poderão diferir se o intervalo for alargado, pelo que seria mais adequado estendê-lo de forma a confirmar os resultados. A maioria dos resultados foi analisada por comparação simples ou através da diferença direta entre períodos, tendo-se recorrido pouco a análise estatística devido ao número insuficiente de dados para construir as análises ou por haver demasiada dispersão entre os dados, fator que deve ser corrigido em estudos posteriores sobre o tema. As limitações relativas à recolha de dados também condicionam o cálculo das estimativas e, consequentemente, impedem a sua generalização. As principais limitações a considerar foram os registos inadequados, seja em relação aos tratamentos administrados, que não são claros relativamente às doses e frequência de administração, seja em relação aos próprios contrastes, que nem sempre são na mesma altura do mês e que, ao existir, pelo menos, um mês por ano em que não são realizados, obriga à utilização de valores médios e não valores reais. Outros fatores, como a influência na taxa de refugo, custo da mão-de-obra, ou consultas veterinárias também não foram incluídos no estudo. A avaliação das taxas de refugo devido a mastites não foi viável, visto que, em ambas as explorações, a decisão em refugar animais durante o período de estudo não se deveu, em nenhum dos casos, unicamente a esta patologia, mas sim a um conjunto de fatores. O custo da mão-de-obra não foi igualmente possível de avaliar, visto que não se define o tempo despendido para as diferentes tarefas na exploração. As consultas veterinárias também não são registadas por motivos, pelo que não se conseguem associar valores a consultas por mastites. Não foram, de igual forma, considerados outros fatores que podem influenciar a CCS no tanque, como, por exemplo, a simples ação do produtor em não aproveitar o leite de algum dos animais com contagens muito altas na sua exploração, ou do quarto afetado, e que já terá influência na CCS do tanque, pelo que, consequentemente, não é possível atribuir esta variação apenas a um fator.

Torna-se importante referir que, assim como é descrito na literatura, se verificou que o maior custo associado às mastites se deve às perdas de produção devido às CCS altas, que, mesmo estando subestimado nesta avaliação, resultam nos maiores custos. Não sendo o fator que mais pesa nas decisões dos produtores por não ser visível como outros, é necessário investir na sua formação e apresentar valores práticos como os deste estudo, de forma a interiorizar a sua importância e fomentar novas decisões para diminuir o seu impacto.

Um outro aspeto que não pode deixar de ser referido prende-se com o uso inadequado de antibióticos. Verificou-se que muitos dos protocolos de tratamento são realizados sem amostras associadas, isto é, foram selecionados antibióticos para um tratamento com o desconhecimento do agente causal, levando, em vários casos à alteração do fármaco a meio do tratamento por não apresentar os resultados esperados. No panorama atual, caracterizado pelo aumento de resistências, espera-se que, futuramente, estas situações se verifiquem cada vez menos.

Por fim, objetiva-se que este pequeno estudo possa servir como modelo para uma análise mais aprofundada relativa ao tema, e, principalmente, que funcione como ferramenta de educação e permita associar números a ações, para fundamentar e facilitar a tomada de decisões dos produtores em relação à patologia complexa e penosa que é a mastite bovina.

Bibliografia

- Bar D, Tauer L, Bennet G, González R, Hertl J, Schukken Y, Schulte H, Welcome F & Gröhn Y (2008) "The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming." **Journal of Dairy Science** 91(6): 2205-2214.
- Cha E, Bar D, Hertl J, Tauer L, Bennett G, González R, Schukken Y, Welcome F & Gröhn Y (2011) "The cost and management of different types of clinical mastitis in dairy cows estimated by dynamic programming." **Journal of Dairy Science** 94(9): 4476-4487.
- DeGraves F & Fetrow J (1993) "Economics of mastitis and mastitis control." **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice** 9(3):421-34
- Dijkhuizen A, Huirne R & Jalvingh A (1995) "Economic analysis of animal diseases and their control" **Preventive Veterinary Medicine** 25: 135-149
- Down P, Bradley A, Breen J & Green M (2017) "Factors affecting the cost-effectiveness of on-farm culture prior to the treatment of clinical mastitis in dairy cows." **Preventive Veterinary Medicine** 145: 91-99.
- Gonçalves J, Kamphuis C, Martins C, Barreiro J, Tomazi T, Gameiro A, Hogeveen H & Santos M (2018) "Bovine subclinical mastitis reduces milk yield and economic return." **Livestock Science** 210: 25-32.
- Gröhn T, Wilson D, Gonzalez R, Hertl J, Schulte H, Bennett G & Schukken Y (2004) "Effect of Pathogen-Specific Clinical Mastitis on Milk Yield in Dairy Cows." **Journal of Dairy Science** 87(10), 3358-3374.
- Guo J, Liu X, Xu A & Xia Z (2010) "Relationship of Somatic Cell Count with Milk Yield and Composition in Chinese Holstein Population." **Agricultural Sciences in China** 9(10): 1492-1496.
- Hagnestam-Nielsen, C (2009) "Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows" Doctoral Thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Animal Breeding and Genetics - Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala
- Hagnestam-Nielsen C, Emanuelson U, Berglund B & Strandberg E (2009) "Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation." **Journal of Dairy Science** 92(7): 3124-3133.
- Halasa T, Nielen M, De Roos A, Hoorne R, Jong G, Lam T, van Werven T & Hogeveen H (2009) "Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model." **Journal of Dairy Science** 92(2): 599-606.
- Halasa T, Huijps K, Østerås O & Hogeveen H (2007) "Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review" **Veterinary Quarterly** 29:1, 18-31
- Hortet P & Seegers H. (1998) "Calculated milk production losses associated with elevated somatic cell counts in dairy cows: review and critical discussion" **Veterinary Research, BioMed Central**, 29 (6) 497-510

- Liang D, Arnold L, Stowe C, Harmon R & Bewley J (2017) "Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model." **Journal of Dairy Science** 100(2): 1472-1486.
- McDougall S, Parker K, Heuer C & Compton C (2009) "A review of prevention and control of heifer mastitis via non-antibiotic strategies." **Veterinary Microbiology** 134(1-2): 177-185.
- Petrovski K R, Trajcev M & Buneski G (2006) "A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis" **Journal of the South African Veterinary Association** 77(2), 52–60
- Radostits O (2001) **Herd health: food animal production medicine**. 3th ed, W B Saunders Company. Philadelphia
- Rushton J (2017) "Improving the use of economics in animal health - Challenges in research, policy and education." **Preventive Veterinary Medicine** 137(Pt B): 130-139.
- Rushton J (2009) **The economics of animal health & production**. 1st ed, CAB International. Wallingford
- Rushton J, Thornton P & Otte M (1999) "Methods of economic impact assessment" **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)** 18 (2), 315-342
- van Soest, F, Santman-Berends I, Lam T & Hogeveen H (2016) "Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms." **Journal of Dairy Science** 99(10): 8365-8374.
- Vanderhaeghen W, Piepers S, Leroy F, Van Coillie E, Haesebrouck F & De Vliegher S (2014) "Invited review: effect, persistence, and virulence of coagulase-negative Staphylococcus species associated with ruminant udder health." **Journal of Dairy Science** 97(9): 5275-5293.

Online:

- National Mastitis Council (2016a) "A Practical Look at Contagious Mastitis"
Acedido a 17/02/2018 em: <http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/09/A-Practical-Look-at-Contagious-Mastitis.pdf>
- National Mastitis Council (2016b) "A Practical Look at Environmental Mastitis"
Acedido a em 17/02/2018: <http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/09/A-Practical-Look-at-Environmental-Mastitis.pdf>
- National Mastitis Council (2016c) "Recommended mastitis control program"
Acedido a 17/02/2018 em: <http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/08/RECOMMENDED-MASTITIS-CONTROL-PROGRAM-International.pdf>
- National Mastitis Council (1996) "Glossary of terms"
Acedido a 17/02/2018 em: <http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/08/Glossary-of-Terms.pdf>

Laboratórios Hipra, SA, Folheto Informativo Startvac®

Acedido a 5/01/2018 em: [https://www.hipra.com/wcm/connect/hipra/ba1ab885-b7ae-403b-b2ae-58de4c81745b/STARTVAC-EU-PT-702811-](https://www.hipra.com/wcm/connect/hipra/ba1ab885-b7ae-403b-b2ae-58de4c81745b/STARTVAC-EU-PT-702811-02.0.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18_GG50HI40O8ABD0Q8OC940F2000-ba1ab885-b7ae-403b-b2ae-58de4c81745b-llulw-d)

[02.0.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18_GG50HI40O8ABD0Q8OC940F2000-ba1ab885-b7ae-403b-b2ae-58de4c81745b-llulw-d](https://www.hipra.com/wcm/connect/hipra/ba1ab885-b7ae-403b-b2ae-58de4c81745b-llulw-d)

EMA (2009) “European public assessment report (epar): Startvac”

Acedido a 16/02/2018 em:

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Summary_for_the_public/veterinary/000130/WC500068574.pdf

Anexo I: Valores assumidos para as estimativas de perda de produção por aumento da contagem de células somáticas

Quadro 1.A: Perda de produção de leite diária estimada para diferentes níveis de CCS.
Adaptado de: Hortet & Seegers (1998).

Nível de CCS (x10³)	Vacas múltiparas: Perda kg/dia	Vacas primíparas: Perda kg/dia
0-200	0,6	0,4
200-400	1,2	0,8
400-600	1,8	1,2
600-800	2,4	1,6
800-1000	3	2
1000-1200	3,6	2,4
1200-1400	4,2	2,8
1400-1600	4,8	3,2

Anexo II: Tratamentos na exploração A

Quadro 2.A: Descrição detalhada dos tratamentos para mastites na exploração A.

Nº vaca	Início	Fim	P	Dias leite rejeitado	Tratamento	Custo, €	Agente
17	01/11/16	03/11/16	P1	8	Ubrexin	13,53	
21	01/11/16	06/11/16	P1	10	PM + Synulox + Mamyzin P	62,67	<i>Staphylococcus</i> spp.
5	02/11/16	05/11/16	P1	8	Lincocin	16,56	
7	10/11/16	12/11/16	P1	9	Mamyzin	13,98	<i>Streptococcus uberis</i> + SCN
9	14/11/16	20/11/16	P1	9	Pathozone + Trimlac	37,99	
4	17/11/16	19/11/16	P1	7	Lincocin	12,42	
16	17/11/16	21/11/16	P1	10	Mamyzin + Marbocyl + Ubrexin	56,75	
9	03/12/16	06/12/16	P1	8	Lincocin	16,56	
14	04/12/16	06/12/16	P1	5	Trimlac + Marbocyl	42,33	
26	04/12/16	07/12/16	P1	8	PM + Synulox + Marbocyl	59,64	
16	05/12/16	07/12/16	P1	7	Sorogenta + Marbocyl + Vetacort	57,21	
21	16/12/16	17/12/16	P1	5	PM	11,12	
22	20/12/16	23/12/16	P1	7	PM	22,24	
19	23/12/16	25/12/16	P1	6	PM	16,68	
21	24/12/16	27/12/16	P1	8	Synulox + Mamyzin P	61,32	
22	24/12/16	30/12/16	P1	7	Sorogenta + A180 + Mamyzin P + Synulox + Rymadil	154,27	
24	25/12/16	26/12/16	P1	5	PM	11,12	
16	28/12/16	01/01/17	P1	9	Trimlac + Baytril + Rymadil + Synulox + Mamyzin P	97,89	SCN + <i>Enterococcus faecalis</i> + <i>E. coli</i>
13	07/01/17	09/01/17	P1	7	Synulox	30,69	
19	09/01/17	13/01/17	P1	9	Trimlac + Marbocyl + A180 + Sorogenta	74,69	<i>E. coli</i>
20	11/01/17	19/01/17	P1	12	Synulox + Marbocyl + PM	96,91	
11	27/01/17	01/02/17	P1	10	PM + Pathozone + Synulox + Baytril	120,3	<i>Enterobacteriaceae</i>
12	02/02/17	11/02/17	P1	24	PM + Synulox + Baytril + Mamyzin + Macrolvet	106,48	
20	05/02/17	07/02/17	P1	7	Synulox + Marbocyl	64,44	<i>Streptococcus uberis</i> + SCN
15	07/02/17	09/02/17	P1	17	Mamyzin + Macrolvet	36,48	<i>Streptococcus uberis</i> + SCN
1	10/02/17	13/02/17	P1	18	Mamyzin + Macrolvet	48,64	<i>Streptococcus uberis</i>
12	17/02/17	20/02/17	P1	8	Sorogenta + A180	88,48	
14	19/02/17	21/02/17	P1	6	PM	16,68	<i>Streptococcus uberis</i>
2	21/02/17	23/02/17	P1	6	PM	16,68	<i>Staphylococcus aureus</i>
21	21/02/17	23/02/17	P1	17	PM + Macrolvet	39,18	
15	04/03/17	09/03/17	P2	10	Mamyzin + PM + Synulox	61,35	
18	09/03/17	13/03/17	P2	9	Synulox + Marbocyl + Mamyzin P + Sorogenta	73,62	

Nº vaca	Início	Fim	P	Dias leite rejeitado	Tratamento	Custo, €	Agente
14	19/03/17	21/03/17	P2	7	Synulox + Yodimaspen	49,89	
23	20/03/17	21/03/17	P2	5	PM	11,12	
15	22/03/17	26/03/17	P2	9	Yodimaspen + Synulox	79,95	
8	30/03/17	04/04/17	P2	18	PM + Mamyzin + Macrolvet + Pathozone	59,74	<i>Streptococcus</i> spp.
10	06/04/17	09/04/17	P2	8	PM + Synulox	36,25	
23	07/04/17	09/04/17	P2	6	PM	16,68	
15	22/04/17	24/04/17	P2	7	Synulox + Marbocyl	64,44	
20	01/05/17	03/05/17	P2	6	PM	16,68	
23	01/05/17	01/05/17	P2	5	Synulox + Marbocyl + Dinalgen	24,78	
25	01/05/17	04/05/17	P2	8	PM + Yodimaspen	41,44	
3	13/05/17	15/05/17	P2	7	Synulox + Marbocyl	64,44	
23	17/05/17	18/05/17	P2	5	PM	11,12	<i>Enterobacteriaceae</i>
5	02/06/17	06/06/17	P2	9	Lincocin + Marbocyl + Synulox	66,63	
20	18/06/17	20/06/17	P2	7	Synulox	30,69	
6	23/06/17	24/06/17	P2	6	Sorogenta + A180 + Dinalgen	50,84	
11	30/06/17	02/07/17	P2	7	Sorogenta + Marbocyl + Cálcio + Neatox + Duphafral multi + Metacam	93,76	

Anexo III: Tratamentos na exploração B

Quadro 3.A: Descrição detalhada dos tratamentos para mastites na exploração B.

Nº vaca	Início	Fim	P	Dias leite rejeitado	Tratamento	Custo, €	Agente
4	04/06/17	07/06/17	P1	8	Lincocin + Mamyzin P	27,72	SCN
5	10/06/17	12/06/17	P1	9	Mamyzin + Synulox injetável	44,67	SCN
8	23/06/17	25/06/17	P1	9	Mamyzin	13,98	SCN
8	03/07/17	05/07/17	P1	9	Mamyzin + Synulox injetável	58,65	SCN
4	18/07/17	20/07/17	P1	9	Mamyzin	13,98	CN
12	19/07/17	25/07/17	P1	12	Synulox + Mamyzin P + cobactan	50,86	<i>Streptococcus spp.</i>
10	25/07/17	27/07/17	P1	7	Synulox + Mamyzin P	30,54	<i>Streptococcus uberis</i>
2	31/07/17	02/08/17	P1	7	Synulox + Enrodexil	23,24	CN
14	02/08/17	04/08/17	P1	7	Synulox + Mamyzin P	30,54	<i>Streptococcus uberis</i>
11	05/08/17	08/08/17	P1	8	Synulox + Mamyzin P	30,54	<i>Streptococcus uberis</i>
13	08/08/17	10/08/17	P1	7	Synulox + Enrodexil	23,24	<i>E. coli</i>
6	09/08/17	12/08/17	P1	8	Synulox + Mamyzin P	30,54	<i>Streptococcus spp.</i>
7	09/08/17	12/08/17	P1	9	Synulox + Mamyzin P	30,54	<i>Streptococcus uberis</i>
8	21/08/17	24/08/17	P1	9	Ubrolexin + Tylan 200	37,84	
15	25/08/17	28/08/17	P1	8	Lincocin	12,42	<i>Staphylococcus aureus</i>
11	05/09/17	08/09/17	P1	9	Cobactan susp + Ubrolexin	114,73	<i>Streptococcus uberis</i>
1	21/09/17	25/09/17	P1	10	Cobactan + Mamyzin p	35,62	<i>E. coli + S. uberis</i>
3	28/10/17	01/11/17	P2	10	Mamyzin + Enrodexil	26,64	<i>Streptococcus uberis</i>
9	14/11/17	14/11/17	P2	5	Mamyzin P	7,65	
9	17/12/17	19/12/17	P2	9	Mamyzin + Niglumine + Enrodexil	27,98	<i>E. coli</i>
5	29/12/17	31/12/17	P2	7	Synulox + Enrodexil	23,24	<i>Streptococcus uberis</i>
11	29/12/17	05/01/18	P2	9	Mamyzin + Enrodexil + Dinalgen	31,88	CN
11	23/01/18	24/01/18	P2	8	Mamyzin + Ubrolexin + Cobactan susp	83,1	<i>Streptococcus uberis</i>

Anexo IV: Análise de sensibilidade para o orçamento parcial da exploração A

- **Hipótese alternativa nº1:** variação do preço do leite, assumindo que é pago ao valor mais alto ou mais baixo verificado para a exploração entre agosto de 2016 e janeiro de 2018.

Quadro 4.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A com o leite pago ao preço mais alto (0,3446€).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 227,24€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 650,51€ - Diferença Leite Rejeitado: 1315,89€ - Penalizações não sofridas: 63,63€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 388,71€
Total Custos: 227,24€	Total Benefícios: 2418,74€

Quadro 5.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A com o leite pago ao preço mais baixo (0,2795€).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 227,24€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 650,51€ - Diferença no leite rejeitado: 1067,68€ - Penalizações não sofridas: 63,63€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 315,39€
Total Custos: 227,24€	Total Benefícios: 2097,21€

- **Hipótese alternativa nº2:** variação nas perdas de produção, assumindo que são metade ou o dobro das perdas de produção estimadas por cada nível de CCS (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Quadro 6.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A, assumindo metade das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 227,24€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 650,51€ - Diferença no leite rejeitado: 1137,42€ - Penalizações não sofridas: 63,63€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 155,68€
Total Custos: 227,24€	Total Benefícios: 2007,24€

Quadro 7.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração A, assumindo o dobro das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 227,24€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 650,51€ - Diferença no leite rejeitado: 1137,42€ - Penalizações não sofridas: 63,63€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 622,71€
Total Custos: 227,24€	Total Benefícios: 2474,27€

Anexo V: Análise de sensibilidade para o orçamento parcial da exploração B

- **Hipótese alternativa nº1:** variação do preço do leite, assumindo que é pago ao valor mais alto ou mais baixo verificado para a exploração entre janeiro de 2017 e Janeiro de 2018.

Quadro 8.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B com o leite pago ao preço mais alto (0,3263€).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 546,25€	Custos economizados: - Diferença no custo dos tratamentos: 409,16€ - Diferença no leite rejeitado: 1164,03€ - Penalizações não sofridas: 650,43€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 869,50€
Total Custos: 546,25€	Total Benefícios: 3093,12€

Quadro 9.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B com o leite pago ao preço mais baixo (0,2823€).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 546,25€	Custos economizados: - Diferença no custo tratamentos: 409,16€ - Diferença no leite rejeitado: 1007,06€ - Penalizações não sofridas: 650,43€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 790,30€
Total Custos: 546,25€	Total Benefícios: 2856,95€

- **Hipótese alternativa nº2:** variação nas perdas de produção, assumindo que são metade ou o dobro das perdas de produção estimadas por cada nível de CCS (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Quadro 10.A: : Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B, assumindo metade das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 546,25€	Custos economizados: - Diferença no custo tratamentos: 409,16€ - Diferença no leite rejeitado: 1058,81€ - Penalizações não sofridas: 650,43€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 220,82€
Total Custos: 546,25€	Total Benefícios: 2339,22€

Quadro 11.A: Hipótese alternativa do orçamento parcial da exploração B, assumindo o dobro das perdas de produção para cada nível da contagem de células somáticas (de acordo com o Quadro 1.A no Anexo I).

Custos	Benefícios
Novos custos: - Vacinação: 546,25€	Custos economizados: - Diferença no custo tratamentos: 409,16€ - Diferença no leite rejeitado: 1058,81€ - Penalizações não sofridas: 650,43€
Rendimentos perdidos: -	Rendimentos adicionais: - Diferença na diminuição de produção: 883,29€
Total Custos: 546,25€	Total Benefícios: 3001,69€